

# Intravenöse Midazolam-Ketamin-Anästhesie zur geschlossenen Reposition der Vorderarmfraktur bei Kindern

Bringt eine zusätzliche axilläre Plexusblockade Vorteile?

Ketamin wird auf der Notfallstation oft zur Anästhesie für kurze, schmerzhafte und ambulant durchgeführte Eingriffe, wie z. B. Wundversorgungen oder geschlossene Repositionen von Frakturen, eingesetzt [4, 10, 13]. Als häufige Nebenwirkung nach einer Ketamingabe tritt eine postoperative Übelkeit mit Erbrechen auf. Dies ist zum einen für den Patienten unangenehm, zum anderen ist dies eine häufige Ursache für eine verzögerte Klinikentlassung [1, 8, 14]. Weiter kann es bei der Applikation von großen Dosen an Ketamin zur Atemwegsobstruktion kommen [8]. Die hohe Inzidenz an Nebenwirkungen der Midazolam-Ketamin-Anästhesie hat die Autoren veranlasst, die Midazolam-Ketamin-Anästhesie mit Regionalanästhesieverfahren, Leitungsblockaden oder Infiltrationsanästhesien zu verbinden, um den Ketaminbedarf zu reduzieren [1, 19].

Im Jahre 2002 haben die Autoren die Kombination einer Midazolam-Ketamin-Anästhesie mit der axillären Plexusblockade zur Reposition von einfachen Vorderarmfrakturen bei Kindern eingeführt. Einerseits sollte damit eine Reduktion des Bedarfes an intravenös verabreichtem Ketamin erzielt und andererseits eine zusätzliche postinterventionelle Schmerzminderung bewirkt werden.

Das Ziel dieser Untersuchung war es zu evaluieren, ob durch die Kombination einer Midazolam-Ketamin-Anästhesie mit einer axillären Plexusblockade bei Kindern, die sich einer geschlossenen Reposition einer Vorderarmfraktur unterziehen mussten, der Ketaminbedarf im klinischen anästhesiologischen Routinebetrieb auf der Notfallstation reduziert werden kann.

## Studiendesign und Untersuchungsmethoden

Mit dem Einverständnis der Ethikkommission wurden die Anästhesieprotokolle von Kindern mit einer einfachen Vorderarmfraktur analysiert, die in den Jahren 2000–2004 der Notfallstation der Universitäts-Kinderkliniken Zürich zur Vorderarmreposition zugewiesen wurden. Die geschlossene Reposition und Gipsfixation der Fraktur wurde im der Notfallstation angegliederten OP durchgeführt. Kinder mit komplexer Fraktur, bei denen bereits primär oder während des Versuches einer geschlossenen Reposition die Indikation zur operativen Intervention gestellt wurde, wurden aus der Studie ausgeschlossen.

Zwischen 2000 und 2001 wurde der Eingriff in Midazolam-Ketamin-Anästhesie (Gruppe A) und von 2002–2004 in Midazolam-Ketamin-Anästhesie kombi-

niert mit einer axillären Plexusblockade (Gruppe B) durchgeführt.

## Prämedikation und Anästhesieführung

Für die Midazolam-Ketamin-Anästhesie auf der Notfallstation wurde eine Nüchternzeit von mindestens 2 h verlangt. Die Prämedikation bestand aus oraler oder rektaler Gabe von Midazolam (0,5 mg/kgKG; maximal 15 mg). Zur Sekretionshemmung wurde Atropin intravenös in einer Dosierung von 20 µg/kgKG bei Kindern unter 5 Jahren sowie bei Kindern mit respiratorischem Infekt kurz vor der Anästhesieeinleitung verabreicht. Die Einleitung der Allgemeinanästhesie erfolgte durch intravenöses Midazolam (0,5–2 mg) und wurde nach dem Ermessen des Anästhesisten bzw. der Wirkung der Prämedikation titriert verabreicht, bis das Kind ruhig und zufrieden war. Anschließend wurde Ketamin (1–3 mg/kgKG) intravenös vor der Manipulation an der Fraktur bzw. vor der Punktion der axillären Plexusblockade gegeben. Die Anästhesie wurde, sofern erforderlich, mit wiederholten intravenösen Gaben an Ketamin (1–2 mg/kgKG) aufrechterhalten. Zudem wurde bei allen Kindern Acetaminophen rektal in einer Dosierung von 25 mg/kgKG nach Anästhesieeinleitung verabreicht.

## Anlegen der axillären Plexusblockade

Die Regionalanästhesie wurde nach der von Seelander beschriebenen Technik durchgeführt; die axilläre neurovaskuläre Hülle wurde dabei mithilfe einer intravenösen Kanüle punktiert [18]. Als Kanüle wurde eine 22 G intravenöse Kanüle, Abbocath-T (Abbott Ireland, Sligo, Ireland) verwendet.

Die axilläre Plexusanästhesietechnik nach Seelander hat sich in unserer Anästhesieabteilung seit 20 Jahren für Operationen an der oberen Extremität als effiziente, atraumatische Methode bewährt und durchgesetzt, da nach Perforation der neurovaskulären Hülle nicht die Nadel, sondern die Plastikkanüle vorgeschoben wird. Diese disloziert bei der Injektion nicht und kann im Bedarfsfall für eine Nachinjektion am Ende eines langen Eingriffs belassen werden. Als Lokalanästhetikum wurde eine vorgefertigte Mischlösung aus Bupivacain, 0,25%ig, mit Epinephrin (1:200.000) in einer Dosierung von 2,5 mg/kgKG (maximale Einzeldosis: 100 mg) entsprechend 1 ml/kgKG injiziert. Die Regionalanästhesie wurde durch einen Assistenz- oder Oberarzt der Anästhesieabteilung durchgeführt.

## Erfasste Parameter

Ankunftszeit des Patienten im OP, Zeitpunkt der Einleitung der Allgemeinanästhesie, Beginn der Injektion der Bupivacainmischlösung, Beginn und Ende der Frakturreposition, einschließlich Gipsfixation, sowie Zeitpunkt der Verlegung auf die Überwachungsstation wurden erfasst. Die verabreichten Mengen an Midazolam und Ketamin zur Induktion der Allgemeinanästhesie bzw. zum Anlegen der axillären Plexusblockade sowie während der Frakturreposition und Gipsfixation wurden notiert. Des Weiteren wurden die Anzahl der Punktionen bei der Anlage der axillären Plexusblockade und aufgetretene Komplikationen (blutige Punktionen, Anzeichen einer intravasalen Injektion, Nebenwirkungen des Lokalanästhetikums) erfasst.

Postoperativ wurden diejenigen Patienten notiert, die während des Klinikaufenthalts ein zusätzliches Analgetikum

## Zusammenfassung · Abstract

Anaesthesist 2006 · 55:944–949 DOI 10.1007/s00101-006-1063-y  
© Springer Medizin Verlag 2006

### M. Wissler · M. Tomaske · K. Stutz · A. Schmitz · A. Gerber · M. Weiss Intravenöse Midazolam-Ketamin-Anästhesie zur geschlossenen Reposition der Vorderarmfraktur bei Kindern. Bringt eine zusätzliche axilläre Plexusblockade Vorteile?

#### Zusammenfassung

**Hintergrund.** Das Ziel dieser Studie war es zu vergleichen, ob der intravenöse Ketaminbedarf bei Midazolam-Ketamin-Anästhesie durch die Kombination mit einer axillären Plexusblockade zur geschlossenen Reposition einer Vorderarmfraktur bei Kindern reduziert werden kann.

**Methoden.** Mit dem Einverständnis der Ethikkommission wurde eine retrospektive Gruppenanalyse bei Kindern durchgeführt, die in den Jahren 2000–2001 eine Midazolam-Ketamin-Anästhesie (Gruppe A) oder in den Jahren 2002–2004 eine Midazolam-Ketamin-Anästhesie in Kombination mit einer axillären Plexusblockade (Gruppe B) zur geschlossenen Reposition einer Vorderarmfraktur erhielten. Der Bedarf an Ketamin und postoperativen Analgetika wurde erfasst. Die Daten der Gruppen wurden mit dem Mann-Whitney-U-Test (nichtnormalverteilte Daten) oder dem T-Test (normalverteilte Daten) und dem  $\chi^2$ -Test verglichen ( $p < 0,05$ ).

**Ergebnisse.** Insgesamt wurden 455 Kinder (Gruppe A: 225, Gruppe B: 230) in die Stu-

die aufgenommen. Der Bedarf an intravenösem Ketamin differierte statistisch nicht signifikant zwischen den beiden Gruppen ( $p = 0,154$ ). Der Ketaminbedarf in Gruppe B wurde jedoch signifikant geringer, wenn das Zeitintervall zwischen dem Beginn der Plexusanästhesie und dem Beginn der Intervention mehr als 15 min betrug ( $p < 0,05$ ). Patienten der Gruppe B benötigten weniger Analgetika in der postoperativen Phase ( $p < 0,01$ ).

**Schlussfolgerung.** Durch die Kombination der Midazolam-Ketamin-Anästhesie mit der axillären Plexusblockade zur geschlossenen Reposition einer Vorderarmfraktur bei Kindern ließ sich der Bedarf an Ketamin in der klinischen Routine einer Notfallstation nicht reduzieren.

#### Schlüsselwörter

Ketamin · Midazolam · Regionalanästhesie · Frakturreposition · Kinder

### Intravenous midazolam-ketamine anaesthesia for closed reduction of forearm fractures in children. Impact of additional axillary plexus anaesthesia

#### Abstract

**Background.** The aim of this study was to compare ketamine requirements in children undergoing closed reduction of forearm fractures under midazolam-ketamine anaesthesia with or without axillary plexus anaesthesia.

**Methods.** With hospital ethical committee approval, we retrospectively analyzed the records of children who received midazolam-ketamine anaesthesia in the years 2000–2001 (group A) and midazolam-ketamine anaesthesia combined with axillary plexus anaesthesia in the years 2002–2004 (group B) for closed reduction of forearm fractures. Requirements for ketamine and postoperative analgesics were noted. Groups were compared with the Mann-Whitney U-test or T-test and the  $\chi^2$ -test ( $p < 0.05$ ).

**Results.** A total of 455 children (group A 225/group B 230) were included in this study.

The total amounts of ketamine were not statistically different between the two groups ( $p = 0.154$ ). However, ketamine requirements became less if the time interval between start of axillary plexus anaesthesia and start of intervention became more than 15 min ( $p < 0.05$ ). Patients in group B requested fewer analgesics in the postoperative period ( $p < 0.01$ ).

**Conclusions.** In the clinical routine of an emergency department the combination of midazolam-ketamine anaesthesia with axillary plexus anaesthesia for closed reduction of forearm fractures in children did not result in lower requirements of ketamine.

#### Keywords

Ketamine · Midazolam · Regional anaesthesia · Forearm fracture · Children

**Tab. 1** Patientenmerkmale und präinterventionelle Patientendaten

	Gruppe A	Gruppe B	p
n	225	230	–
Alter [Jahre]	8,75 (1,34–15,80)	8,70 (1,84–15,64)	0,931
Geschlecht (weiblich/männlich)	81/144	79/151	0,760
Gewicht [kg]	28,8 (11,5–76,0)	28 (11,0–78,0)	0,820
Prämedikation mit Midazolam (n)	202 (89,7%)	197 (87,5%)	0,259

Gruppe A Midazolam-Ketamin-Anästhesie, Gruppe B Midazolam-Ketamin-Anästhesie in Kombination mit einer axillären Plexusblockade. Die Daten sind Median-, Minimal- und Maximalwerte.

**Tab. 2** Perinterventionelle Daten

	Gruppe A	Gruppe B	p
n	225	230	–
Intervall OP-Ankunft – Beginn APB [min]	–	10 (3–37)	–
Intervall Beginn APB – Beginn Intervention [min]	–	5 (1–25)	–
Intervall OP-Ankunft – Beginn Intervention [min]	10 (3–35)	20 (5–45)	<0,001
Zeitbedarf für Intervention [min]	15 (5–50)	18 (4–130)	0,051
Intervall OP-Ankunft – Verlegung Überwachungsstation [min]	35 (15–80)	45 (25–160)	<0,001
Ketamin [mg/kgKG] vor APB	–	2,41 (0,43–6,67)	–
Ketamin [mg/kgKG] APB bis Beginn Intervention	–	0,87 (0,29–2,22)	–
Ketamin [mg/kgKG] vor Beginn Intervention	2,90 (0,48–5,79)	2,81 (0,43–6,67)	0,513
Gesamtketamin [mg/kgKG]	3,13 (1,33–6,76)	3,33 (0,43–9,38)	0,154
Gesamtketamin [mg/kgKG/min]	0,2 (0,064–0,667)	0,190 (0,028–0,769)	0,067
Midazolam [mg/kgKG] vor Beginn Intervention	0,037 (0–0,087)	0,042 (0–0,143)	0,055
Gesamtmidazolam [mg/kgKG]	0,038 (0–0,103)	0,045 (0–0,263)	0,002
Gesamtmidazolam [µg/kgKG/min]	2,31 (0–12,4)	2,33 (0–13,3)	0,869

Gruppe A Midazolam-Ketamin-Anästhesie, Gruppe B Midazolam-Ketamin-Anästhesie in Kombination mit einer axillären Plexusblockade. Die Daten sind Median-, Minimal- und Maximalwerte. OP Operationssaal; APB axilläre Plexusblockade; Beginn APB Zeitpunkt der Injektion der Bupivacainmischlösung.

(Acetaminophen, Diclophenac) bis zur Entlassung nach Hause benötigten. Den Eltern war es erlaubt, die Kinder dann nach Hause zu nehmen, wenn diese wach sowie frei von Schmerz und Erbrechen waren.

### Datenauswertung

Aus obigen Parametern wurden folgende Daten berechnet: Zeitbedarf für die Durchführung der axillären Plexusblockade, Zeitbedarf für die Frakturposition und Anlegen der Gipsfixation, Gesamtaufenthaltsdauer im OP, Dauer von Abgabe des Patienten an die postoperative Station bis zur Klinikentlassung sowie verabreichte Dosen von Midazolam und

Ketamin, die vor und während der Intervention injiziert wurden. Als Variablen, die eine Aussage über den postinterventionellen Verlauf zulassen, wurden allfällige im späteren Verlauf gemeldete oder beobachtete neurologischen Schäden erfasst.

Die Daten werden als Median-, Minimal- und Maximalwerte bzw. als Mittelwerte und Standardabweichung präsentiert. Gruppen A und B wurden mit dem Mann-Whitney-U-Test für nichtnormalverteilte Daten oder dem T-Test für normalverteilte Daten verglichen. Der  $\chi^2$ -Test wurde für den Vergleich des Bedarfes an postinterventionellen Analgetika zwischen den beiden Gruppen verwendet. Ein p-Wert von <0,05 wurde als statistisch signifikant bezeichnet.

## Ergebnisse

### Patientenmerkmale und präinterventionelle Daten

Insgesamt wurden 455 Kinder (Gruppe A: 225, Gruppe B: 230) erfasst, die sich einer geschlossenen Reposition einer einfachen Vorderarmfraktur auf der Notfallstation unterziehen mussten. Patientenmerkmale und präinterventionelle Daten sind der **Tab. 1** zu entnehmen. Das durchschnittliche Intervall zwischen der Ankunft im OP und dem Beginn der Manipulation der Fraktur war signifikant länger für Gruppe B [20 min (Variationsbreite 5–45 min)] als für Gruppe A [10 min (Variationsbreite 3–35 min);  $p < 0,001$ , **Tab. 2**]. Die Punktion der axillären, neurovaskulären Hülle gelang bei 200 Kindern (87,0%) in der ersten Punktion, bei 23 Kindern (10%) waren 2 und bei 7 Kindern (3%) 3 Punktionen nötig. Blutige Punktionen wurden bei 20 Kindern (8,7%) beobachtet. Bei 4 Kindern (1,7%) wurde eine erhöhte Herzrate beobachtet; dies könnte auf eine intravaskuläre Injektion der Bupivacainmischlösung hinweisen. Bei diesen Patienten wurde die Kanüle neu positioniert und eine erneute Injektion vorgenommen.

### Intrainerventionelle Daten

Angaben über den Zeitbedarf der Intervention, den Gesamtaufenthalt im OP sowie die Dosis an intravenös verabreichtem Midazolam und Ketamin sind der **Tab. 2** zu entnehmen.

Der Zeitbedarf zur geschlossenen Reposition der Vorderarmfraktur war nicht signifikant länger in Gruppe B [18 min (Variationsbreite 4–130 min)] verglichen mit Gruppe A [15 min (Variationsbreite 5–50 min);  $p = 0,051$ ]. Die totale Aufenthaltsdauer im OP der Kinder in Gruppe B war bedingt durch die Durchführung der Kombinationsanästhesie signifikant länger [45 min (Variationsbreite 25–160 min)] verglichen mit Gruppe A [35 min (Variationsbreite 15–80 min);  $p < 0,001$ ].

Die verabreichte Dosis an Ketamin vor und nach Beginn der Intervention sowie für die gesamte Dauer des Eingriffs unterschied sich nicht signifikant zwischen den beiden Gruppen A und B. Die intravenöse Gesamtdosis von Midazolam bei Kindern

der Gruppe B war absolut gemessen signifikant höher [0,045 mg/kgKG (Variationsbreite 0–0,263 mg/kgKG)] als die der Gruppe A [0,038 mg/kgKG (Variationsbreite 0–0,103 mg/kgKG);  $p=0,002$ ], jedoch pro kg und Zeiteinheit nicht signifikant unterschiedlich (■ **Tab. 2**). Den Bedarf an Midazolam und Ketamin in Abhängigkeit von der Zeitspanne zwischen dem Beginn der Plexusblockade (entspricht dem Zeitpunkt der Injektion von Bupivacain) und der Manipulation der Fraktur zeigt ■ **Tab. 3**. Auffallend hierbei war, dass der Bedarf an Ketamin in Gruppe B mit  $2,256 \pm 1,353$  mg/kgKG signifikant geringer war als in Gruppe A mit  $3,302 \pm 0,840$  mg/kgKG, wenn das Zeitintervall zwischen Injektion der Bupivacainmischlösung und dem Beginn der Intervention mehr als 15 min betrug ( $p<0,05$ ).

### Postinterventioneller Verlauf

Die Anzahl der Patienten, die zwischen der Ankunft auf der Überwachungsstati-

on und der Klinikentlassung ein zusätzliches Analgetikum brauchten, war in Gruppe A (20 Patienten; 8,9%) statistisch signifikant höher als in Gruppe B (5 Patienten; 2,2%;  $p<0,01$ ). Es wurden keine neurologischen Schäden oder Komplikationen durch die axillären Plexusblockade im weiteren Verlauf gemeldet oder beobachtet.

### Diskussion

Die Kombination einer Allgemeinanästhesie mit einer Regionalanästhesietechnik bei Kindern ist ein Eckpfeiler der pädiatrischen Anästhesie und ein etablierter Standard in vielen pädiatrischen OP-Zentren [1, 19]. Es wird dabei angenommen, dass die Kombinationsanästhesie während des Eingriffs den Bedarf an Allgemeinanästhetika reduziert und durch reduzierten Einsatz von Opioiden das Risiko des postoperativen Erbrechens vermindert wird. Zudem kann ein ruhigeres Erwachen nach der Intervention ermöglicht

und eine gute postinterventionelle Analgesie bewirkt werden [12].

Das Hauptergebnis dieser Studie ist, dass in der klinischen Routine in unserer Notfallstation die zusätzliche axilläre Plexusblockade auf den Midazolam- und Ketaminbedarf bei Kindern, die sich einer geschlossenen Reposition einer Vorderarmfraktur unterziehen mussten, keinen Einfluss hatte. Der Vorteil einer axillären Plexusblockade lag einzig in einem signifikant niedrigeren Bedarf an Analgetika in der postinterventionellen Phase.

Die axilläre Plexusblockade mithilfe der Kanülentechnik nach Seelander ist eine sehr einfache und sichere Methode mit hoher Erfolgsrate. Unsere Erfahrung mit der Kanülentechnik für die axilläre Plexusblockade bei Kindern mit Inhalationsanästhesie für chirurgische Operationen an der oberen Extremität zeigt eine mehr als 90%ige Erfolgsrate, wie dies auch in einer Arbeit von Fisher et al. für die Kanülentechnik anhand von 250 Patienten gezeigt werden konnte [6].

# Hier steht eine Anzeige.



**Tab. 3** Verabreichte Mengen an Midazolam und Ketamin in Abhängigkeit von der Dauer zwischen Beginn der Injektion der Bupivacainmischlösung und Manipulation der Fraktur

	Gruppe A	Gruppe B				
Zeitintervall von Bupivacaininjektion bis Beginn Intervention						
[min]	–	0–5	6–10	11–15	16–20	
n	225	129	74	17	4	
Ketamin [mg/kgKG] nach Beginn Intervention	0,637±0,847	0,711±0,890	0,783±0,945	0,860±0,671	0,419±0,494	
Midazolam [mg/kgKG] nach Beginn Intervention	0,0017±0,072	0,0034±0,010	0,0057±0,015*	0,0056±0,013*	0,419±0,494	
Gesamtmidazolam [mg/kgKG]	0,041±0,018	0,047±0,030*	0,052±0,033**	0,047±0,021	0,056±0,058	
Gesamtketamin [mg/kgKG]	3,302±0,840	3,419±1,106	3,581±1,248*	3,645±1,043	2,256±1,353*	
Gesamtmidazolam [µg/kgKG/min]	2,740±1,830	2,864±2,139	2,867±2,030	3,009±2,169	4,704±4,887*	
Gesamtketamin [mg/kgKG/min]	0,214±0,104	0,212±0,127	0,191±0,095	0,220±0,099	0,196±0,135	

Gruppe A Midazolam-Ketamin-Anästhesie, Gruppe B Midazolam-Ketamin-Anästhesie in Kombination mit einer axillären Plexusblockade. Die Daten sind Mittelwerte und Standardabweichung.

\* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$  (signifikante Unterschiede zwischen Patienten mit und ohne zusätzliche axilläre Plexusblockade in Abhängigkeit von unterschiedlichen Zeitintervallen zwischen Bupivacaininjektion und Beginn der Reposition der Vorderarmfraktur).

Regionalanästhesietechniken benötigen mehrere Minuten, bis sich ihr analgetischer Effekt einstellt. Im kinderchirurgischen OP wird diese Zeit durch die normale Verzögerung, bedingt durch die Vorbereitungen am Patienten, wie etwa Lagerung, Desinfektion und Abdecken des Operationsfeldes, überbrückt. Die Vorbereitungen für die geschlossene Reposition einer einfachen Vorderarmfraktur sind jedoch sehr kurz. Ohne zusätzliche Wartezeit kann sich somit der analgetische Effekt der Regionalanästhesie nicht einstellen, wie in dieser Studie gezeigt wurde. Nur wenn die Manipulation an der Fraktur mehr als 15 min nach Injektion der Bupivacainmischlösung begann, konnten Einsparungen im Ketaminbedarf beobachtet werden. Der Einsatz von Lokalanästhetika, wie Lidocain oder pH-angepasste Lösungen, die eine viel schnellere Anschlagszeit haben als unsere vorgefertigte Bupivacain-Adrenalin-Mischlösung, könnte eine Verkürzung der Anschlagzeit regionaler Blockaden bewirken und den Bedarf an zusätzlichen Allgemeinanästhetika somit verringern.

Dass in der klinischen Routine beinahe die gleiche Ketamin-Midazolam-Dosis für Kinder mit und ohne zusätzliche axilläre Plexusblockade zur Vorderarmreposition verabreicht wurde, ist am ehesten durch die eher hektischen Bedingungen in der Notfallstation bedingt. Der theoretische Nutzen einer kombinierten Anästhesietechnik bei diesem Patientengut ist nur effektiv, wenn eine angepasste, d. h. verminderte Dosis von Ketamin für die Punktion

einer Plexusblockade gegeben und das adäquate Zeitintervall bis zum vollständigen Wirkungseintritt der Regionalanästhesie eingehalten werden kann. Zudem muss akzeptiert werden, dass ein Kind in Midazolam-Ketamin-Anästhesie nicht komplett still liegen muss und auch nicht absolut bewegungslos sediert werden muss. Als Konsequenz wird an unserer Anästhesieabteilung bei Patienten zur Reposition einer Vorderarmfraktur die Midazolam-Ketamin-Anästhesie nur noch dann mit der axillären Plexusblockade kombiniert, wenn die Zeit bis zum Wirkungseintritt der Regionalanästhesie abgewartet werden kann.

Die Regionalanästhesie in Kombination mit einer Allgemeinanästhesie ist eine sichere Methode mit niedriger Morbidität [5, 7, 9], wie auch in unserer Studie gezeigt wurde. Hauptrisiken der axillären Plexusblockade sind die intravasculäre Injektion und Nebenwirkungen durch die injizierten Lokalanästhetika mit zentralnervösen oder sogar kardiovaskulären Komplikationen [2, 5, 9]. Lokale Infektionen und Nervenverletzungen sind weitere potenzielle Risiken [16, 20]. Die zusätzlichen Kosten für die sterile Abdeckung, die Venenkanüle und die benutzte Bupivacainmischlösung sind EUR 8,50 für ein 20 kg schweres Kind und EUR 15,50 für ein 40 kg schweres Kind. Diese Kosten addieren sich zu den Kosten für eine Midazolam-Ketamin-Anästhesie, einschließlich dem Material für einen intravenösen Zugang und den EKG-Elektroden [18]. Die Kosten für Medikamente und Materialien

einer kombinierten Anästhesie betragen somit ungefähr das Doppelte einer einfachen Midazolam-Ketamin-Anästhesie.

Das verzögerte Zeitintervall zwischen der Ankunft im Notfall-OP und dem Beginn der Intervention verschlechtert die Ressourcen im OP. Dies wird häufig von Chirurgen als Argument gegen den Einsatz von Regionalanästhesietechniken angeführt [3]. Auch bei unserem Patientengut betrug die zusätzlich benötigte Zeit für die Installation der Regionalanästhesie 10 min. Zudem war der Gesamtaufenthalt im OP für Gruppe B mit 10 min signifikant länger, verglichen mit Gruppe A.

Eine postinterventionelle Analgesie durch die anhaltende axilläre Plexusblockade ist ein wichtiger Vorteil der Kombination von Allgemein- und Regionalanästhesie. Wir konnten zeigen, dass eine statistisch signifikante Reduktion des zusätzlichen Bedarfes an Schmerzmedikamenten in Gruppe B in der Zeit zwischen der Ankunft auf der Überwachungsstation und der Entlassung aus dem Krankenhaus erreicht werden konnte. Insgesamt waren es jedoch in beiden Gruppen nur wenige Kinder, die eine zusätzliche Schmerzmedikation brauchten, da schon allein die Ruhigstellung der Fraktur im Gips zu einer Schmerzreduktion führt.

Es bleibt zu diskutieren, ob eine Regionalanästhesie, die 12 h anhält und ein vermindertes Schmerzempfinden bewirkt, das Risiko birgt, dass eine Druckstelle im Gips oder auch ein Kompartmentsyndrom übersehen wird. Auch der vorübergehende Verlust des Muskeltonus oder



Parästhesien können für die Kinder unangenehm sein [11].

Obwohl die vorliegenden Studiendaten retrospektiv erfasst wurden, sind die Daten über die intravenös verabreichten Midazolam- und Ketaminmengen, die Zeitintervalle zwischen Ankunft im OP und Entlassung auf die Überwachungsstation sowie der zusätzliche postinterventionelle Bedarf an Analgetika verlässlich in den Anästhesieprotokollen dokumentiert und damit für die klinische Routine aussagekräftig.

## Fazit für die Praxis

**Die Kombination einer axillären Plexusblockade mit einer Midazolam-Ketamin-Anästhesie für eine geschlossene Reposition einer einfachen Vorderarmfraktur bei Kindern hat in der klinischen Routine in unserer Notfallstation nicht zu einer Reduktion der intravenös verabreichten Ketamindosis geführt. In dieser speziellen Situation kann der minimale Vorteil der verbesserten postinterventionellen Analgesie die möglichen Risiken, die zusätzlich benötigten Ressourcen und die zusätzlichen Kosten einer Regionalanästhesie nicht kompensieren. Der theoretische Nutzen einer kombinierten Anästhesietechnik bei diesem Patientengut ist nur effektiv, wenn eine angepasste, sedative Dosis von Ketamin für die Punktion einer Plexusblockade gegeben und das adäquate Zeitintervall bis zum vollständigen Wirkungseintritt der Regionalanästhesie eingehalten wird.**

## Korrespondierender Autor

**PD Dr. M. Weiss**

Anästhesieabteilung,  
Universitäts-Kinderkliniken  
Steinwiesstrasse 75, 8032 Zürich  
markus.weiss@kispi.unizh.ch

**Interessenkonflikt.** Es besteht kein Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor versichert, dass keine Verbindungen mit einer Firma, deren Produkt in dem Artikel genannt ist, oder einer Firma, die ein Konkurrenzprodukt vertreibt, bestehen. Die Präsentation des Themas ist unabhängig und die Darstellung der Inhalte produktneutral.

## Literatur

1. Armitage EN (1988) Is there a place for regional anesthesia in pediatrics? – Yes! Acta Anaesthesiol Belg 39: 191–195

2. Brown DL, Ransom DM, Hall JA et al. (1995) Regional anaesthetic-induced systemic toxicity: seizure frequency and accompanying cardiovascular changes. Anaesth Analg 81: 321–328
3. Chu RS, Browne GJ, Cheng NG, Lam LT (2003) Femoral nerve block for femoral shaft fractures in a paediatric emergency department: can it be done better? Eur J Emerg Med 10: 258–263
4. Dachs RJ, Innes GM (1997) Intravenous ketamine sedation of pediatric patients in the emergency department. Ann Emerg Med 29: 146–150
5. Dalens BJ, Mazoit JX (1998) Adverse effects of regional anaesthesia in children. Drug Saf 19: 251–268
6. Fisher WJ, Bingham RM, Hall R (1999) Axillary brachial plexus block for perioperative analgesia in 250 children. Paediatr Anaesth 9: 435–438
7. Giafre E, Dalens B, Gombert A (1996) Epidemiology and morbidity of regional anaesthesia in children: a one-year prospective survey of the French-Language Society of Paediatric Anaesthesiologists. Anaesth Analg 83: 904–912
8. Gloor A, Dillier CM, Gerber AC (2001) Ketamine for short ambulatory procedures in children: an audit. Paediatr Anaesth 11: 533–539
9. Gunter JB (2002) Benefits and risks of local anaesthetics in infants and children. Paediatr Drugs 4: 649–672
10. Humphries Y, Melson M, Gore D (1997). Superiority of oral ketamine as an analgesic and sedative for wound care procedures in the pediatric patient with burns. J Burn Care Rehabil 18: 34–36
11. Jöhr M (2003) Regionalanästhesie bei Neugeborenen, Säuglingen und Kindern – Welche Voraussetzungen müssen gegeben sein? Anaesthesiol Reanim 28: 69–73
12. Khalil SN, Farag A, Hanna E et al. (2005) Regional analgesia combined with avoidance of narcotics may reduce the incidence of postoperative vomiting in children. Middle East J Anaesthesiol 18: 123–132
13. Maldini B (1996) Ketamine anaesthesia in children with acute burns and scalds. Acta Anaesthesiol Scand 40: 1108–1111
14. McCarty EC, Mencia GA, Walker LA, Green NE (2000) Ketamine sedation for the reduction of children's forearm fractures in the emergency department. J Bone Joint Surg Am 82-A: 912–918
15. McDowall RH, Scher CS, Barst SM (1995) Total intravenous anesthesia for children undergoing brief diagnostic or therapeutic procedures. J Clin Anesth 7: 273–280
16. Nseir S, Pronnier P, Soubrier S et al. (2004) Fatal streptococcal necrotizing fasciitis as a complication of axillary brachial plexus block. Br J Anaesth 92: 427–429
17. Schuster M, Gottschalk A, Berger J, Standl T (2005) A retrospective comparison of costs for regional and general anesthesia techniques. Anesth Analg 100: 786–794
18. Seelander D (1977) Catheter technique in axillary plexus block. Presentation of a new method. Acta Anaesthesiol Scand 21: 324–329
19. Semsroth M, Gabriel A, Sauberer A, Wuppinger G (1994) Regionalanästhesiologische Verfahren im Konzept der Kinderanästhesie. Anaesthesist 43: 55–72
20. Wittum S, Hofer CK, Roelli U et al. (2003) Sacral osteomyelitis after single-shot epidural anaesthesia via the caudal approach in a child. Anaesthesiology 99: 503–505

## Wissenschaftlicher Arbeitskreis Kardioanästhesie

20. Herbsttreffen,  
23.–25. November 2006

Der wissenschaftliche Arbeitskreis Kardioanästhesie wird im November 2006 zum 20. Mal tagen. Es ist dem AK eine Ehre und große Freude, zu diesem Jubiläum unseren Präsidenten, Herr Professor Radke, und weitere renommierte Kolleginnen und Kollegen aus dem In- und Ausland als Referenten und Vorsitzende begrüßen zu dürfen. Neben der inzwischen traditionellen Weiterbildung in der transoesophagealen Echokardiographie sind die Themen der insgesamt 25 Vorträge weit gespannt: von der Qualitätssicherung über Neuroprotektion, Aprotinin, volatile Anästhetika, fast track, Aorteneingriffe und andere Topics aus den klinischen Aufgaben bis hin zu den immer wieder gestellten Fragen zu Ethik und Ökonomie, zum Arbeitszeitgesetz sowie zur aktuellen Tarifsituation an den Kliniken. Eine Posterausstellung und die orale Präsentation von drei ausgewählten Beiträgen runden das Programm ab. Abstracts zur Anmeldung eines Posters können bis zum 15. Oktober eingereicht werden, Vorträge und akzeptierte Poster werden in einem Kongressheft von Applied Cardiopulmonary Pathophysiology publiziert.

20. Herbsttreffen des wissenschaftlichen Arbeitskreises Kardioanästhesie  
23.–25. November 2006  
Kongreß- und Kulturzentrum Fulda  
[www.kongresszentrum-fulda.com](http://www.kongresszentrum-fulda.com)

Weitere und aktuelle Informationen über [www.ak-kardio.de](http://www.ak-kardio.de) oder die dort angegebenen Kontaktdaten.

*U. Schirmer, Ulm*